

DOI:10.19344/j.cnki.issn1671-5276.2026.04.052

基于 B/S 架构的自动扶梯故障监测和预警系统的设计与实现

蒋曦阳¹, 童一飞², 张壮壮², 成越²

(1. 江苏省特种设备安全监督检验研究院, 江苏 南京 210036; 2. 南京理工大学 机械工程学院, 江苏 南京 210094)

摘要:针对自动扶梯故障诊断中人工检查和高负荷期间故障难以发现的问题,设计一套基于 B/S 架构的自动扶梯状态监测与故障预警系统。该系统通过传感器实时采集关键部件的运行数据,结合数据分析与可视化展示,实现对自动扶梯的实时监控和潜在故障的提前预警,旨在提高扶梯安全性和维护效率。

关键词:自动扶梯;状态监测;故障诊断;B/S 架构

中图分类号:TH165+.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2026)04-0277-04

Design and Implementation of Escalator Fault Monitoring and Early Warning System Based on B/S Architecture

Jiang Xiyang¹, Tong Yifei², Zhang Zhuangzhuang², Cheng Yue²

(1. Jiangsu Special Equipment Safety Supervision and Inspection Institute, Nanjing 210036, China;

2. School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: Aiming at the problems of manual inspection and fault detection during high load period in escalator fault diagnosis, this paper designs a B/S architecture-based escalator condition monitoring and fault early warning system. The system collects real-time operating data of key components through sensors, and combines data analysis with visual display to enable real-time monitoring of the escalator and early warning of potential faults, aiming to improve escalator safety and maintenance efficiency.

Keywords: escalators; condition monitoring; fault diagnosis; B/S architecture

0 引言

自动扶梯作为一种高效、便捷的出行工具,已广泛应用于地铁、机场、高铁站等交通枢纽,以及商场、医院等人流密集的场所,它极大地提升了人们的日常出行效率和生活便利性^[1-2]。但近年来多起扶梯安全事故引发了社会的广泛关注^[3]。由于缺乏对关键部件的状态实时监控,难以及时识别自动扶梯潜在的故障风险,而故障往往发生在客流高负荷时段,这给公共设施的正常运营和乘客安全带来严重隐患^[4]。传统的自动扶梯故障检测主要依赖人工经验,在面对复杂信号处理与诊断时通用性不足,难以实现精确维护^[5]。随着物联网技术迅速普及,传感器在机械设备数据采集与故障诊断领域展现出巨大潜能,为扶梯安全运行带来全新突破^[6]。

在此背景下,本文针对自动扶梯核心部件(驱

动主机、主驱动轴、梯级链张紧装置、扶手带)^[7]构建了基于 B/S 架构的状态监测和故障预警的综合系统,并通过网页交互界面形象地展示监测与分析结果,为提升自动扶梯安全管理水平与维护效率提供有力支撑。

1 系统需求分析

当前,自动扶梯面临的主要挑战包括数据采集效率低下和信息化管理水平不高^[8]。在设计扶梯状态监测与预警系统时,我们需考虑以下几个关键方面:首先,系统采集的自动扶梯数据必须具有高度的真实性和准确性,误差控制在合理范围内^[9];其次,采集的数据需实时上传至服务器,避免数据在网络中过度的积累可能导致系统性能下降或崩溃;最后,通过运用各种智能化技术手段,大幅提升扶梯运维管理的数字化和信息化水平,从而有效提高整体系统的响应速度和故障处理

基金项目:2023 年度江苏省特种设备安全监督检验研究院科技项目(KJ(Y)2023034)

第一作者简介:蒋曦阳(1989—),男,江苏南京人,高级工程师,电梯检验师,硕士,研究方向为机电类特种设备检验检测和技术,1063939337@qq.com。

通信作者简介:童一飞(1981—),男,江苏南京人,教授,博士生导师,博士,研究方向为智能制造服务执行与决策关键技术,tyf51129@aliyun.com。

能力^[10]。

1) 数据采集与存储

系统依托物联网技术对自动扶梯的关键部件进行实时监测,确保各零部件的运行状态数据能够精确、稳定地传输到服务器^[11]。数据采集时间间隔应可调,以充分利用网络资源并确保及时传输。系统需具备强大的数据存储能力,能够将采集的数据保存至数据库,支撑后续的数据分析和故障预警工作。

2) 数据分析与智能诊断

通过分析扶梯各部件的运行数据,系统能够提取潜在的故障特征,并通过建立数学模型识别和预测设备状态变化。结合深度学习方法,系统无需依赖精确数学模型,能更高效地进行故障诊断,提供智能预警和维护指导。远程监控模块可以实时接收并分析数据,辅助运维人员远程诊断故障与应急处置。

3) 系统可靠性与准确性

系统应确保传感器的稳定性和数据的准确性,抵抗环境因素(如温湿度变化)对数据的干扰,确保扶梯运行数据可靠。数据传输应具备低丢帧率,确保信息准确传递,不会因效验失败而丢失。

4) 易用性与易维护性

系统界面应简洁直观,便于扶梯管理人员操作。采用模块化设计,便于技术人员进行维护与升级,进而降低运维成本并提升系统可运行能力。

5) 可扩展性与开放性

系统应提供标准化开放的数据接口,支持未来功能扩展和系统升级。客户端应基于开放技术,易于与外部系统集成,以应对未来需求变化。

2 系统设计

2.1 系统总体架构设计

本文设计并实现了基于 B/S 架构的自动扶梯故障监测与预警系统,该系统以物联网 B/S 架构为基础,主要包括 4 个层次:数据采集层、数据传输层、业务逻辑处理层和应用层^[12]。数据采集层通过传感器网络采集自动扶梯各关键部件的运行数据,如驱动主机和主驱动轴的振动加速度、扶手带温度等信息;传输层通过网络传输技术将数据发送至应用层,将数据解析后保存在数据库中;应用层则负责对数据进行处理、分析,并将结果存储至数据库,支持故障诊断和预警功能。

为了满足远程监控和故障预警需求,应用层

采用模块化设计,前端与后端服务实现解耦,系统采用 B/S 架构进行开发,确保系统能够在互联网上高效、稳定地运行。该系统不仅实现了自动扶梯状态的实时监控,还能够在故障发生时发出预警,提升了自动扶梯的运维管理效率和安全性^[13]。

系统总体架构如图 1 所示。

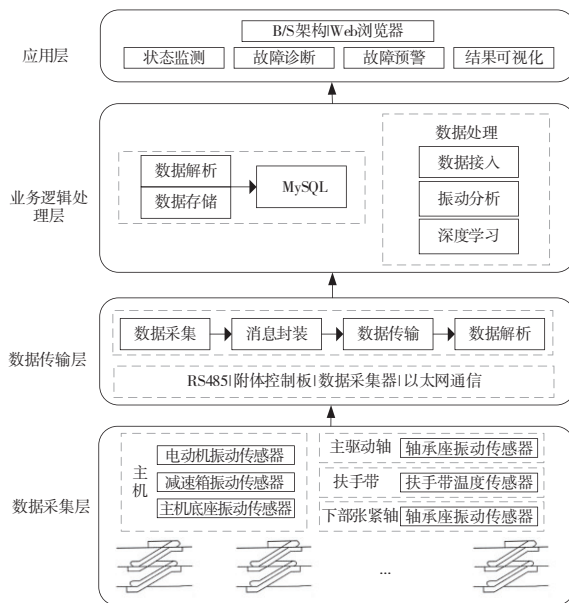


图1 系统总体架构

2.2 系统开发架构设计

为了有效监控自动扶梯的运行状态和健康状态,本系统基于物联网架构设计了状态监测与预警系统。数据采集模块通过物联网技术将数据传输至服务器,实现扶梯状态监控、故障诊断和预警,帮助运维人员实时掌握扶梯运行情况,并提供远程维护指导^[14]。虽然 C/S 架构具有较快的响应速度,但由于其需要专门开发客户端程序且兼容性差^[15],本系统选择了 B/S 架构。B/S 架构具有更高的灵活性和可扩展性,支持随时随地访问、简单的业务扩展和便捷的维护方式^[16]。

随着 Web 技术的不断发展,越来越多的机械设备监测系统采用浏览器端界面进行开发^[17]。但扶梯监测系统涉及较多技术框架,客户端不仅需响应用户请求,还需与服务器进行逻辑交互。为解决这一问题,本系统在后端提供数据接口,通过解耦前后端减少依赖,便于后期维护和升级^[18]。

本系统前端采用 Vue 框架,并结合百度地图、Echarts、Element-UI 等组件,使用 HTML、CSS 和 JavaScript 开发;后端基于 SpringBoot 和 MyBatis-plus 框架,使用 Java 语言;前后端通过 Axios 传递

JSON 数据^[19]。图 2 展示了系统的前后端框架设计。

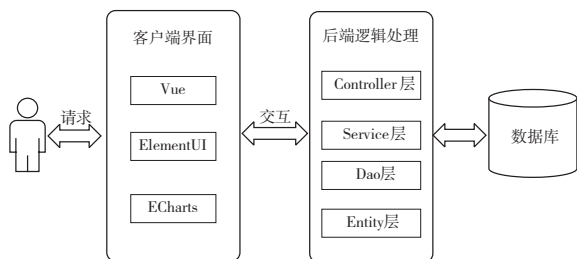


图 2 前后端总体架构图

2.3 系统数据库设计

本系统选用数据库 MySQL5.7 对数据进行存储管理,自动扶梯数据库模型的主要部分如图 3 所示。首先以自动扶梯基本信息表为核心,建立使用方、制造方、维保方等相关方基本信息表与自动扶梯运行数据表;其次通过自动扶梯基本信息表与相关方基本信息表建立维保信息、故障信息等历史记录表,运维人员可以方便对自动扶梯全生命周期的数据进行查看与管理^[20]。数据库模型中较为重要的表名称及其含义如表 1 所示。

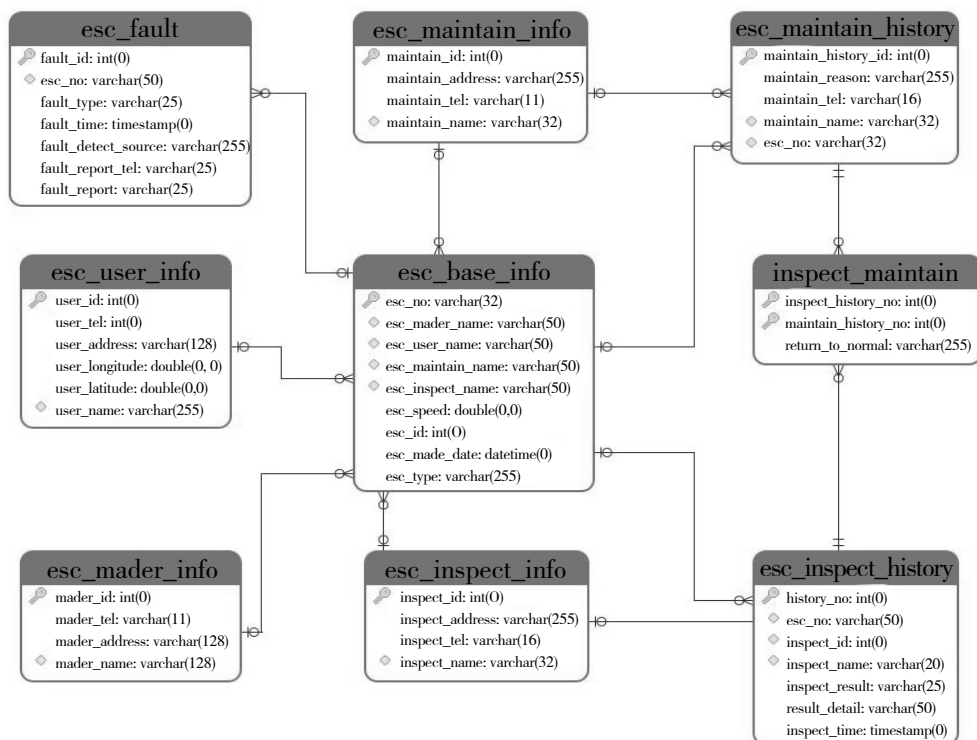


图 3 自动扶梯数据库模型

表 1 自动扶梯数据库模型

表名	含义	表名	含义
esc_base_info	自动扶梯基本信息表	esc_maintain_history	自动扶梯维保历史表
esc_inspect_history	自动扶梯检测历史表	esc_maintain_info	自动扶梯维保方表
esc_inspect_info	自动扶梯检测方表	esc_user_info	自动扶梯使用方表
esc_mader_info	自动扶梯制造方表		

与预警功能^[21],具体的功能如图 4 所示。

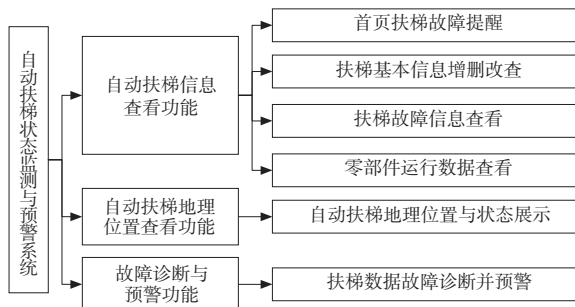


图 4 系统功能

3 系统实现

3.1 系统功能实现

系统主要有三大业务功能:自动扶梯信息查看功能、自动扶梯地理位置查看功能与故障诊断

3.2 系统运行效果

系统首页如图 5 所示,其中标注了正常与异常扶梯数量,管理人员可以远程与现场维修人员

进行沟通,有利于维修人员快速定位故障。



图5 系统首页

通过自动扶梯基本信息页面,管理人员可以查看自动扶梯的基本信息。点击每条基本信息的编辑详情,可以进入该扶梯信息的详细页面,包括自动扶梯基本信息、自动扶梯故障信息、自动扶梯维保信息和数据信息。

管理人员点击扶梯故障预警页面上的“查看详情”就可查询到故障信息页面。

管理人员在基本信息页面点击查看详情,再点击数据信息即可查看扶梯故障诊断页面。系统从数据库获取数据后,首先展示零部件的振动信息如图6所示,同时会在后台进行故障诊断。

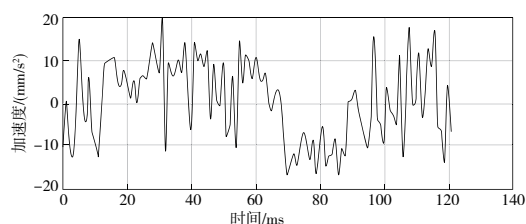


图6 主驱动轴轴承振动传感器信息图

4 结语

本文基于物联网技术与传感器数据采集,提出了一种基于B/S架构自动扶梯状态监测与故障预警的解决方案。通过构建实时数据采集与分析平台,系统能够对自动扶梯的关键部件进行精确监控,有效提升设备的运行安全性与维护效率。随着传感与智能诊断技术的进一步发展和应用,类似的智能监控系统将在更多领域得到推广应用,为公共交通设施的安全运营和人们的日常出行提供更加坚实的保障。未来,随着数据处理技术和人工智能的进步,自动扶梯的故障诊断与维护将更加智能化、精准化,为社会带来更多的安全与便利。

参考文献:

[1] 张齐骞. 基于物联网的自动扶梯故障检验检测系统[J]. 设备管理与维修,2025(18):90-92.

- [2] 任发才,蒋涛. 自动扶梯扶手带使用常见问题及防范措施[J]. 劳动保护,2025(8):85-87.
- [3] 王泽太. 地铁自动扶梯故障监测与智能诊断技术的研究与应用[D]. 兰州:兰州交通大学,2024.
- [4] 范进泉. 谈智能视频监控系统对提高自动扶梯乘坐安全的重要性[J]. 中国电梯,2022,33(12):40-43.
- [5] 李仁泷. 基于深度学习的自动扶梯轴承和齿轮故障监测与智能诊断技术研究[D]. 邯郸:河北工程大学,2023.
- [6] 王珩,何济芳. 自动扶梯状态监测与智能预警诊断系统应用研究[J]. 现代城市轨道交通,2021(增刊1):114-119.
- [7] 丁树庆,周前飞,冯月贵,等. 基于FMEA的自动扶梯故障模式危害度研究[J]. 中国特种设备安全,2024,40(3):12-19,71.
- [8] 朱州. 自动扶梯检验与相关标准的探讨[J]. 质量与标准化,2024(5):50-53.
- [9] 罗恒,张东平. 一起自动扶梯急停事故的原因分析与启示[J]. 中国电梯,2021,32(3):53-55.
- [10] 肖翊天,李海燕,陈桂洲,等. 基于故障树的电梯制动器故障诊断专家系统的设计[J]. 中国电梯,2024,35(10):47-50.
- [11] 胡东升. 基于物联网远程监控的自动电扶梯智能应急救援探讨[J]. 电脑知识与技术,2025,21(3):93-95.
- [12] 李翰林. 基于物联网技术的地铁电扶梯远程监控与维护管理系统构建[J]. 高铁速递,2025(21):81-83.
- [13] 宗彩乐,钟英凯. 基于物联网的城轨电扶梯智能运维系统[J]. 装备制造技术,2024(12):58-62.
- [14] 傅晨韬,胡极洋,陈俊孝,等. 一种基于物联网的自动扶梯监控系统[J]. 物联网技术,2020,10(10):15-17.
- [15] 于长周. 基于姿态估计的自动扶梯行人安全检测系统[D]. 南京:东南大学,2022.
- [16] 深圳市智慧城市科技发展集团有限公司. 基于C/S与B/S混合模式的CIM数据处理系统的控制方法、设备和存储介质:CN202510451947.2[P]. 2025-07-25.
- [17] 曾美华. 基于B/S架构的智能设备远程控制系统设计[J]. 信息记录材料,2025,26(11):88-90.
- [18] 姬健,荀殿山,沈书林. 物联网监控系统在轨道交通车站自动扶梯中的应用[J]. 中国电梯,2024,35(3):72-74,78.
- [19] 徐晓慧. 基于Web和Android系统的特种设备精准监管平台设计与实现[D]. 北京:北京工业大学,2020.
- [20] 张宝剑,黄鹤凌,陈东. 基于B/S架构的地震计标定信息管理系统设计与实现[J]. 电脑编程技巧与维护,2024(8):88-90.
- [21] 刘志峰,潘慧玉. 自动扶梯状态监测与智能预警诊断系统应用研究[J]. 智能建筑与智慧城市,2024(12):136-138.

收稿日期:2024-12-19